

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年10月24日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-310325

[ST.10/C]:

[JP2002-310325]

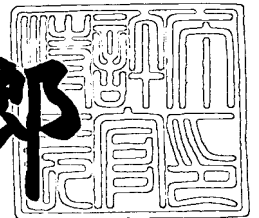
出 願 人  
Applicant(s):

本田技研工業株式会社

2003年 6月 4日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3043378

【書類名】 特許願

【整理番号】 H102199401

【提出日】 平成14年10月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B62D 05/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 浅海 壽夫

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 鶴宮 修

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100067356

【弁理士】

【氏名又は名称】 下田 容一郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100094020

【弁理士】

【氏名又は名称】 田宮 寛祉

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004466

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9723773  
【包括委任状番号】 0011844  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 操舵装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 操舵輪を操舵する方向に力を発生させる少なくとも 1 つのモータを有する操舵装置において、

前記操舵装置は前記モータを PWM 制御する 2 つの駆動回路を有しており、

前記駆動回路中のスイッチング素子をスイッチングする制御周波数を前記 2 つの駆動回路で互いに異ならせることを特徴とする操舵装置。

【請求項 2】 操舵輪を操舵する方向に力を発生させる少なくとも 1 つのモータを有する操舵装置において、

前記操舵装置は前記モータを PWM 制御する 2 つの駆動回路を有しており、

前記駆動回路中のスイッチング素子をスイッチングするパルス信号の位相を前記 2 つの駆動回路で互いに異ならせることを特徴とする操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は操舵装置に関し、特に、ステアリング系に少なくとも 1 つのモータを設け、モータを駆動する駆動回路を 2 つ備えた操舵装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

操舵装置として電動パワーステアリング装置やステアバイワイヤシステムなどがある。例えば電動パワーステアリング装置は、自動車を運転中、運転者がステアリングホイール（操舵ハンドル）を操作するとき、モータを連動させて操舵力を補助する支援装置である。電動パワーステアリング装置では、運転者のハンドル操作によりステアリング軸に生じる操舵トルクを検出する操舵トルク検出部からの操舵トルク信号、および、車速を検出する車速検出部からの車速信号を利用し、モータ制御部（ECU）の制御動作に基づいて補助操舵力を出力する支援用モータを駆動制御し、運転者の手動による操舵力を軽減している。モータ制御部の制御動作では、上記の操舵トルク信号と車速信号に基づきモータに通電するモ

ータ電流の目標電流値を設定し、この目標電流値に係る信号（目標電流信号）と、モータに実際に流れるモータ電流を検出するモータ電流検出部からフィードバックされるモータ電流信号との差を求め、この偏差信号に対して比例・積分の補償処理（PI制御）を行い、モータを駆動制御する信号を発生させている。

## 【0003】

従来では電動パワーステアリング装置は主に小型車用が開発されてきたが、特に近年、省燃費や車両制御範囲の拡大等の観点から大型車（2000ccクラス以上の乗用車等）にも装備する必要性が生じてきた。大型車に電動パワーステアリング装置を適用する場合には、車両重量が大きいと、1つのモータを用いる構成では、大きな補助力を出力する大型のモータが要求される。このため、モータのサイズが大きくなり、実車への取付けレイアウト性（搭載性）が悪化し、さらに規格品以外の専用の大型モータとそのモータ制御駆動部が必要となり、製作コストが上昇することになる。そこで、従来、上記のような大型車の電動パワーステアリング装置に適した構成として、2つの支援用モータを用いた構成が提案されている（例えば特許文献1～3参照）。

## 【0004】

## 【特許文献1】

特表2001-525292号公報

## 【特許文献2】

特開2001-260908号公報

## 【特許文献3】

特開2001-151125号公報

## 【0005】

また、以上のごとく電動パワーステアリング装置では、操舵トルク検出部等のセンサ系、CPUや駆動回路系等を含むECU、このECUから支援用モータへモータ電流を供給する電流通電系から成る電子的駆動制御系統を備えている。

## 【0006】

さらに、従来の電動パワーステアリング装置では、ECUおよびこれに関連する部分に設けられたモータ駆動のための電子的駆動制御系統で故障が生じた場合

、フェールセーフ制御に基づき、運転席表示パネル等で警告灯を点灯させると共に、操舵力アシスト制御が完全に行えないときには通常の手動操作によるステアリング系の構成に戻すようにしていた。

【 0 0 0 7 】

近年では、上記のような故障が生じた場合であっても、電動パワーステアリング装置の作動状態が継続して維持され、運転者の手動操舵力のアシストを行えることが望まれている。そこで、モータ制御装置の電子的駆動制御系統等で故障が発生したとしても、手動操舵力のアシストを中断せず、継続できるように2つの駆動回路を備えた冗長系を有する操舵装置も考えられる。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

2つのモータを用いた操舵装置や冗長系を有する操舵装置のような2つの駆動回路を備えた電動パワーステアリング装置では次のような問題が提起される。

【 0 0 0 9 】

モータ駆動は駆動回路のFETによるPWM (pulse width modulation) 制御が今では一般的であるが、このPWM制御において、大電流・高速スイッチング程スイッチングによりスイッチングノイズおよび磁歪音が発生する。このため、当該電動パワーステアリング装置を装備した車両の商品性が低減することになる。

【 0 0 1 0 】

従って、モータを駆動する駆動回路を2つ備えて成る電動パワーステアリング装置の場合には、2つの駆動回路のそれぞれがPWM制御におけるスイッチングノイズおよび磁歪音を与えるので、上記のスイッチングノイズおよび磁歪音はもっとも顕著になる。

【 0 0 1 1 】

上記の問題は2つの駆動回路を備える操舵装置に一般的に生じる問題である。また上記の問題は、ブラシレスモータおよびブラシ付きモータのいずれでも生じる問題である。

【 0 0 1 2 】

本発明の目的は、上記課題に鑑み、2つの駆動回路を備えて成る電動パワーステアリング装置等のごとき操舵装置において、大電流・高速スイッチング化するモータの駆動に対して生じるスイッチングノイズおよび磁歪音を低減する操舵装置を提供することにある。

## 【0013】

## 【課題を解決するための手段および作用】

本発明に係る操舵装置は上記目的を達成するために次の通り構成される。

## 【0014】

第1の本発明に係る操舵装置（請求項1に対応）は、操舵輪を操舵する方向に力を発生させる少なくとも1つのモータを有する操舵装置において、操舵装置はモータをPWM制御する2つの駆動回路を有しており、駆動回路中のスイッチング素子をスイッチングする制御周波数を2つの駆動回路で互いに異ならせることで特徴づけられる。

## 【0015】

上記の操舵装置によれば、操舵輪を操舵する方向に力を発生させる少なくとも1つのモータを有する操舵装置において、操舵装置はモータをPWM制御する2つの駆動回路を有しており、駆動回路中のスイッチング素子をスイッチングする制御周波数を2つの駆動回路で互いに異ならせるため、2つの駆動回路におけるスイッチング素子のPWMスイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように工夫してあるので、これにより、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。

## 【0016】

第2の本発明に係る操舵装置（請求項2に対応）は、操舵輪を操舵する方向に力を発生させる少なくとも1つのモータを有する操舵装置において、操舵装置はモータをPWM制御する2つの駆動回路を有しており、駆動回路中のスイッチング素子をスイッチングするパルス信号の位相を前記2つの駆動回路で互いに異ならせることで特徴づけられる。

## 【0017】

第2の操舵装置によれば、操舵輪を操舵する方向に力を発生させる少なくとも1

つのモータを有する操舵装置において、操舵装置はモータをPWM制御する2つの駆動回路を有しており、駆動回路中のスイッチング素子をスイッチングするパルス信号の位相を前記2つの駆動回路で互いに異ならせるため、2つの駆動回路におけるスイッチング素子のPWMスイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように工夫してあるので、これにより、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の好適な実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0019】

なお以下の実施形態で説明される構成、形状、大きさおよび配置関係については本発明が理解・実施できる程度に概略的に示したものにすぎず、また数値および各構成要素の組成（材質）については例示にすぎない。従って本発明は、以下に説明される実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に示される技術的思想の範囲を逸脱しない限り様々な形態に変更することができる。

【0020】

図1～図5を参照して本発明に係る操舵装置の一例として電動パワーステアリング装置の代表的構成を説明する。図1は2モータ形式の電動パワーステアリング装置の基本的な構成部分（2モータのうち1つのモータのみを示している）を概念的に示す図であり、図2と図3はギヤボックスの内部構造の一例を示す断面図であり、図4と図5は2つのモータおよびギヤボックスを備えたラック軸の実際の装置の外観レイアウトを示す図である。

【0021】

電動パワーステアリング装置10は例えば乗用車両に装備される。電動パワーステアリング装置10は、ステアリングホイール11に連結されるステアリング軸12等に対して補助用の操舵トルクを与えるように構成されている。ステアリング軸12の上端はステアリングホイール11に連結され、下端にはピニオンギヤ（またはピニオン）13が取り付けられている。ここで、ステアリング軸12の下端のピニオンギヤ13を取りつけた部分をピニオン軸12aと呼ぶこととす



る。実際には、上側のステアリング軸 1 2 と下側のピニオン軸 1 2 a とは図示しない自在継手で連結されている。ピニオンギヤ 1 3 に対して、これに噛み合うラックギヤ 1 4 a を設けたラック軸 1 4 が配置されている。ピニオンギヤ 1 3 とラックギヤ 1 4 a によってラック・ピニオン機構 1 5 が形成される。

## 【 0 0 2 2 】

ピニオン軸 1 2 とラック軸 1 4 の間で形成されるラック・ピニオン機構 1 5 は第 1 のギヤボックス 2 4 A 内に収容されている。ギヤボックス 2 4 A の外観は図 4 に示される。

## 【 0 0 2 3 】

ラック軸 1 4 の両端にはタイロッド 1 6 が設けられ、各タイロッド 1 6 の外側端には前輪 1 7 が取り付けられる。前輪 1 7 は車両の転舵輪として機能する。

## 【 0 0 2 4 】

上記ピニオン軸 1 2 に対しては、さらに、動力伝達機構 1 8 を介して例えばブラシレスモータのモータ 1 9 A が付設されている。動力伝達機構 1 8 は、モータ 1 9 の出力軸（ウォーム軸） 1 9 A - 1 に設けられたウォームギヤと、ピニオン軸 1 2 a に固定されたウォームホイールとによって構成される。動力伝達機構 1 8 の具体的構成は後述される。動力伝達機構 1 8 はギヤボックス 2 4 A の中に組み込まれている。

## 【 0 0 2 5 】

また図 1 に示すように、ステアリング軸 1 2 には操舵トルク検出部 2 0 が設けられている。操舵トルク検出部 2 0 は、運転者がステアリングホイール 1 1 を操作することによって生じる操舵トルクをステアリング軸 1 2 に加えたとき、ステアリング軸 1 2 に加わる操舵トルクを検出する。操舵トルク検出部 2 0 もギヤボックス 2 4 A 内に組み込まれている。また 2 1 は車両の車速を検出する車速検出部であり、2 2 はマイクロコンピュータ等を利用したコンピュータシステムで構成される制御装置（ECU）である。制御装置 2 2 は、操舵トルク検出部 2 0 から出力される操舵トルク信号 T と車速検出部 2 1 から出力される車速信号 V 等を取り入れ、操舵トルクや車速等に係る情報に基づいて、モータ 1 9 A 等の回転動作を制御する駆動制御信号 S G 1 を出力する。またモータ 1 9 A 等にはモータ回

転角検出部 2 3 が付設されている。モータ回転角検出部 2 3 の回転角（電気角）に係る信号 SG 2 は制御装置 2 2 に入力されている。

## 【 0 0 2 6 】

本実施形態に係る電動パワーステアリング装置では、モータ 1 9 A と同一性能を有する他のモータ（図 4 等の 1 9 B）が付設され、2 モータ形式で構成されている。他のモータ 1 9 B は図 4 と図 5 に示されている。モータ 1 9 B は、モータ 1 9 A と同じ構成を有し、制御装置 2 2 によって制御される。

## 【 0 0 2 7 】

図 2 と図 3 を参照してギヤボックス 2 4 A と動力伝達機構 1 8 等の内部構造を具体的装置の一例として詳述する。図 2 は、モータ 1 9 A を図 1 中左側から見てピニオン軸 1 2 a の軸線に沿って一部を断面とした側面図である。図 3 は図 2 中の A - A 線断面図である。

## 【 0 0 2 8 】

図 2 において、上記ギヤボックス 2 4 A を形成するハウジング 2 4 a においてピニオン軸 1 2 a は 2 つの軸受け部 4 1, 4 2 によって回転自在に支持されている。ハウジング 2 4 a の内部にはラック・ピニオン機構 1 5 と動力伝達機構（減速機）1 8 が収納され、さらに上部には操舵トルク検出部 2 0 が付設されている。ハウジング 2 4 a の上部開口はリッド 4 3 で塞がれ、リッド 4 3 はボルト 4 4 で固定されている。ピニオン軸 1 2 a の下端部に設けられたピニオンギヤ 1 3 は軸受け部 4 1, 4 2 の間に位置している。ラック軸 1 4 は、ラックガイド 4 5 で案内され、かつ圧縮されたスプリング 4 6 で付勢された当て部材 4 7 でピニオンギヤ 1 3 側へ押え付けられている。動力伝達機構 1 8 は、モータ 1 9 A の出力軸 1 9 A - 1 に結合される伝動軸（ウォーム軸）4 8 に固定されたウォームギヤ 4 9 とピニオン軸 1 2 a に固定されたウォームホイール 5 0 とによって形成される。上記の操舵トルク検出部 2 0 は、ピニオン軸 1 2 a の周りに配置される操舵トルク検出センサ 2 0 a と、操舵トルク検出センサ 2 0 a から出力される検出信号を電氣的に処理する電子回路部 2 0 b とから構成されている。操舵トルク検出センサ 2 0 a はリッド 4 3 に取り付けられている。

## 【 0 0 2 9 】

図 3 ではモータ 1 9 A および制御装置 2 2 の内部の具体的構成が明示される。

モータ 1 9 A は、回転軸 5 1 に固定された永久磁石により成る回転子 5 2 と、回転子 5 2 の周囲に配置された固定子 5 4 とを備える。固定子 5 4 は固定子巻線 5 3 を備える。回転軸 5 1 は、2 つの軸受け部 5 5、5 6 によって回転自在に支持される。回転軸 5 1 の先部はモータ 1 9 A の出力軸 1 9 a (図 1 中の出力軸 1 9 A-1 に対応) となっている。モータ 1 9 A の出力軸 1 9 a は、トルクリミッタ 5 7 を介して、回転動力が伝達されるように伝動軸 4 8 に結合されている。伝動軸 4 8 には前述の通りウォームギヤ 4 9 が固定され、これに噛み合うウォームホイール 5 0 が配置されている。回転軸 5 1 の後端部には、モータ 1 9 A の回転子 5 2 の回転角 (回転位置) を検出する前述のモータ回転角検出部 (位置検出部) 2 3 が設けられる。モータ回転角検出部 2 3 は、回転軸 5 1 に固定された回転子 2 3 a と、この回転子 2 3 a の回転角を磁気的な作用を利用して検出する検出素子 2 3 b とから構成される。モータ回転角検出部 2 3 には例えばレゾルバが用いられる。固定子 5 4 の固定子巻線 5 3 には 3 相交流であるモータ電流が供給される。以上のモータ 1 9 A の構成要素は、モータケース 5 8 の内部に配置されている。

#### 【0030】

制御装置 2 2 は、モータ 1 9 A のモータケース 5 8 の外側に取り付けられた制御ボックス 6 1 の内部の回路基板 6 2 上に電子回路要素を取り付けて成る電子回路と制御ボックス 6 1 の外部に設けられた 1 チップのマイクロコンピュータおよびその周辺回路から成る ECU で構成される。電子回路要素としてはブリッド回路、FET ブリッジ回路、インバータ回路等である。制御装置 2 2 からモータ 1 9 A の固定子巻線 5 3 に対してモータ電流 (駆動制御信号 S G 1) が供給される。またモータ回転角検出部 2 3 で検出された回転角信号 S G 2 は制御装置 2 2 に入力される。

#### 【0031】

上記の機械的な構成に基づいて、モータ 1 9 A は、操舵トルクを補助する回転力 (トルク) を出力し、この回転力を、動力伝達機構 1 8 を経由して、ピニオン軸 1 2 a すなわちステアリング軸 1 2 に与える。

## 【0032】

上記のラック軸14には、図4と図5に示すごとく、前述の第1のギヤボックス24Aに加えて、さらに第2のギヤボックス24Bが設けられている。ギヤボックス24Bには、第1のギヤボックス24Aと同様に、ラック軸14に形成されたラックギヤと、このラックギヤに噛み合うピニオンギヤと、このピニオンギヤが固定されかつ回転自在に支持されたピニオン軸とが内蔵されている。上記の第2のギヤボックス24Bには動力伝達機構18を介して他のモータ19Bが付設されている。モータ19Bは、上記のモータ19Aと全く同一の構造および性能を有するモータである。モータ19Bの出力軸は前述したように伝動軸（ウォーム軸）を有し、この伝動軸にはウォームギヤが設けられ、他方、上記ピニオン軸には、ウォームギヤに噛み合うウォームホイールが固定されている。以上の動力伝達機構18の構成は前述した通りである。ギヤボックス24Bの構成は基本的にギヤボックス24Aと同じ構成である。モータ19Bが駆動されると、出力軸、ウォームギヤ、ウォームホイール、ピニオン軸、ピニオンギヤ、ラックギヤを介して駆動力がラック軸14に伝達される。

## 【0033】

以上のごとく本実施形態に係る電動パワーステアリング装置10は、同一性能を有する2つのモータ19A、19Bを支援用モータとして備え、手動操舵力のアシストを行うように構成されている。

## 【0034】

上記において電動パワーステアリング装置10は、図4では通常のステアリング系の装置構成に対し、操舵トルク検出部20、車速検出部21、1つのECUを備えた制御装置22、第1と第2の2つのギヤボックス24A、24B、2つのモータ19A、19B、2つの動力伝達機構18を付設することによって構成されている。図5では通常のステアリング系の装置構成に対し、操舵トルク検出部20、車速検出部21、モータ19A、19Bにそれぞれ1つずつのECUを備えた制御装置22A、22B、第1と第2の2つのギヤボックス24A、24B、2つのモータ19A、19B、2つの動力伝達機構18を付設することによって構成されている。

## 【 0 0 3 5 】

上記構成において、運転者がステアリングホイール 1 1 を操作して自動車の走行運転中に走行方向の操舵を行うとき、ステアリング軸 1 2 に加えられた操舵トルクに基づく回転力は下部のピニオン軸 1 2 a とラック・ピニオン機構 1 5 を介してラック軸 1 4 の軸方向の直線運動に変換され、さらにタイロッド 1 6 を介して前輪 1 7 の走行方向を変化（転舵）させようとする。このときにおいて、同時に、ピニオン軸 1 2 a に付設された操舵トルク検出部 2 0 は、ステアリングホイール 1 1 での運転者による操舵に応じた操舵トルクを検出して電氣的な操舵トルク信号 T に変換し、この操舵トルク信号 T を制御装置 2 2 あるいは制御装置 2 2 A, 2 2 B へ出力する。また車速検出部 2 1 は、車両の車速を検出して車速信号 V に変換し、この車速信号 V を制御装置 2 2 あるいは制御装置 2 2 A, 2 2 B へ出力する。制御装置 2 2 あるいは制御装置 2 2 A, 2 2 B は、操舵トルク信号 T および車速信号 V に基づいて 2 つのモータ 1 9 A, 1 9 B を駆動するためのモータ電流を発生する。このモータ電流によって駆動されるモータ 1 9 A, 1 9 B は、それぞれ、各動力伝達機構 1 8 およびギヤボックス 2 4 A, 2 4 B を介して補助の操舵トルクをラック軸 1 4 に作用させる。以上のごとく、2 つのモータ 1 9 A, 1 9 B を駆動することにより、ステアリングホイール 1 1 に加えられる運転者の操舵力を軽減する。

## 【 0 0 3 6 】

次に、前述の図 4 および図 5 と、図 6 および図 7 を参照して第 1 の実施形態の特徴的構成を説明する。図 6 は、E C U が 1 つで駆動回路が 2 つの場合での制御装置のマイクロコンピュータ 7 0 の構成を示し、図 7 は、E C U が 2 つで駆動回路が 2 つの場合の制御装置のマイクロコンピュータ 8 0, 9 0 の構成を示す。

## 【 0 0 3 7 】

図 4 および図 5 に示すごとくラック軸 1 4 には軸方向の左右の 2 箇所にギヤボックス 2 4 A, 2 4 B が設けられている。ギヤボックス 2 4 A はステアリング軸 1 2 の下部のピニオン軸 1 2 a につながる第 1 のギヤボックスである。ギヤボックス 2 4 B は 2 モータ式の電動パワーステアリング装置 1 0 において第 2 のモータ 1 9 B を付設するための第 2 のギヤボックスである。ギヤボックス 2 4 A, 2

4 Bのそれぞれには、動力伝達機構18を介してモータ19A、19Bが付設されている。両端部に転舵輪（前輪17）を備えたラック軸14には、2つのモータ19A、19Bの回転駆動力によって補助操舵トルクが与えられるようになっている。モータ19Aは図6で示す駆動回路71により駆動され、モータ19Bは図6で示す駆動回路72により駆動される。

## 【0038】

図6において、マイクロコンピュータ70はCPU73、ROM74、RAM75、入力部76、出力部77、タイマーT1、T2、T3、T4より構成される。ROM74は制御プログラムを記憶するメモリであり、RAM75はプログラム実行時に一時的に使用するメモリである。また、ROM74には、正弦波を作るためのプログラムを記憶している。入力部76は操舵トルク信号Tと車速信号Vを入力し、出力部77は駆動回路71、72を介してモータを駆動するためのPWM制御のためのパルスを出力する。タイマーT1は駆動回路71のPWM制御をするためのパルスを形成するための基準三角波の周期を決めるためのタイム計測用のカウンタである。タイマーT3は駆動回路72のPWM制御するためのパルスを形成するための基準三角波の周期を決めるためのタイム計測用のカウンタである。

## 【0039】

図6に示すPWM制御のパルスを形成するための基準三角波の周期を決めるタイマーT1とタイマーT3の設定は同一の値ではなく、互いに異なるように設定する。例えば、タイマーT1は基準三角波の周波数が18KHzになるように設定し、タイマーT3は基準三角波の周波数が20kHzになるように設定する。

## 【0040】

具体的には、基準三角波の周波数を同一にしないことで、スイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように設定されればよい。

## 【0041】

タイマーT1とタイマーT3を予め上記のように設定しておくこと、設定されたデータによって決められた周期の三角波を発生させることができ、図8の(1a)、(2a)に示す基準三角波76a、77aが生じる。図8の(1a)、(2

a)において、横軸は時間を示し、縦軸は電圧を示す。それらの基準三角波76aと77aと電圧指令である目標正弦波データとコンパレータで比較することにより、スイッチング信号が作り出される。それらのスイッチング信号により2つの駆動回路のスイッチング素子が作動するとき、駆動回路71でのスイッチングノイズとモータでの磁歪音、駆動回路72でのスイッチングノイズとモータでの磁歪音が生じる。基準三角波の周波数、すなわち、タイマーT1とタイマーT3に関して前述した関係を与えたため、基準三角波76aの波形と基準三角波77aの波形が同一ではないので、スイッチングのタイミングが同一タイミングとなっていない。このため、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。この結果、スイッチングノイズと磁歪音を低減することができる。

## 【0042】

図7においては、モータ19Aは駆動回路81により駆動され、モータ19Bは駆動回路82により駆動される。この構成ではマイクロコンピュータ80とマイクロコンピュータ90を備え、マイクロコンピュータ80はCPU83、ROM84、RAM85、入力部86、出力部88、タイマーT11、T12より構成される。ROM84は制御プログラムを記憶するメモリであり、RAM85はプログラム実行時に一時的に使用するメモリである。また、ROM84には、正弦波を作るためのプログラムを記憶している。入力部86は操舵トルク信号Tと車速信号Vを入力し、出力部88は駆動回路81を介してモータ19Aを駆動するためのPWM制御のためのパルスを出力する。タイマーT11は駆動回路81のPWM制御をするためのパルスを形成するための基準三角波の周期を決めるためのタイム計測用のカウンタである。

## 【0043】

マイクロコンピュータ90はCPU93、ROM94、RAM95、入力部96、出力部98、タイマーT13、T14より構成される。ROM94は制御プログラムを記憶するメモリであり、RAM95はプログラム実行時に一時的に使用するメモリである。また、ROM94には、正弦波を作るためのプログラムを記憶している。入力部96は操舵トルク信号Tと車速信号Vを入力し、出力部9

8は駆動回路82を介してモータ19Bを駆動するためのPWM制御のためのパルスを出力する。タイマーT13は駆動回路82のPWM制御をするためのパルスを形成するための基準三角波の周期を決めるためのタイム計測用のカウンタである。

#### 【0044】

図7に示すPWM制御のパルスを形成するための基準三角波の周期を決めるタイマーT11とタイマーT13の設定は同一の値ではなく、互いに異なるように設定する。例えば、タイマーT11は基準三角波の周波数が18kHzになるように設定し、タイマーT13は基準三角波の周波数が20kHzになるように設定する。

#### 【0045】

具体的には、基準三角波の周波数を同一にしないことで、スイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように設定されればよい。

#### 【0046】

タイマーT11とタイマーT13を予め上記のように設定しておくこと、設定されたデータによって決められた周期の三角波を発生させることができ、図8の(1a)、(2a)に示す基準三角波76a、77aと同様の基準三角波が生じる。それらの基準三角波76a、77aと電圧指令である正弦波データをコンパレータで比較することにより、スイッチング信号が作り出される。それらのスイッチング信号により2つの駆動回路のスイッチング素子が作動するとき、駆動回路81でのスイッチングノイズとモータ19Aでの磁歪音、駆動回路82でのスイッチングノイズとモータ19Bでの磁歪音が生じる。基準三角波の周波数、すなわち、タイマーT11とタイマーT13に関して前述した関係を与えたため、基準三角波76aの波形と基準三角波77aの波形が同一ではないので、スイッチングのタイミングが同一タイミングとなっていない。このため、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。この結果、スイッチングノイズと磁歪音を低減することができる。

#### 【0047】

次にモータ19A、19Bがブラシ付きモータであり、制御装置がブラシ付き



モータ用のものである場合について説明する。この場合、制御装置内の駆動回路やマイクロコンピュータ等は、ブラシ付きモータ用であるが、その構成は類似したものであるのでブラシレスモータの場合で用いた図6と図7を用いて説明する。

## 【0048】

図6において、マイクロコンピュータ70はCPU73、ROM74、RAM75、入力部76、出力部77、タイマーT1、T2、T3、T4より構成される。ROM74は制御プログラムを記憶するメモリであり、RAM75はプログラム実行時に一時的に使用するメモリである。入力部76は操舵トルク信号Tと車速信号Vを入力し、出力部77は駆動回路71、72を介してモータを駆動するためのPWM制御のためのパルスを出力する。タイマーT1は駆動回路71のPWM制御をするための周期を決めるためのタイム計測用のカウンタであり、タイマーT2は駆動回路71のPWM制御をするためのパルス幅を決めるためのタイム計測用のカウンタである。タイマーT3は駆動回路72のPWM制御するための周期を決めるためのタイム計測用のカウンタであり、タイマーT4は駆動回路72のPWM制御をするためのパルス幅を決めるためのタイム計測用のカウンタである。

## 【0049】

図6に示すPWM制御のパルスの周期を決めるタイマーT1とタイマーT3の設定は同一の値ではなく、互いに異なるように設定する。例えば、タイマーT1はPWM周波数が18KHzになるように設定し、タイマーT3はPWM周波数が20kHzになるように設定する。

## 【0050】

具体的には、PWM制御信号の制御周波数を同一にしないことで、PWMスイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように設定されればよい。

## 【0051】

タイマーT1とタイマーT3を予め上記のように設定しておくこと、図8の(1b)、(2b)に示す信号76b、77bが生じる。図8の(1b)、(2b)

において、横軸は時間を示し、縦軸は電圧を示す。従って、タイマーT2とタイマーT4の設定がなされパルス幅が決定し、2つの駆動回路のスイッチング素子が作動するとき、駆動回路71でのスイッチングノイズとモータでの磁歪音、駆動回路72でのスイッチングノイズとモータでの磁歪音が生じる。PWM制御の周波数、すなわち、タイマーT1とタイマーT3に関して前述した関係を与えたため、信号76bの波形と信号77bの波形のように、スイッチングのタイミングが同一タイミングとなっていない。このため、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。この結果、スイッチングノイズと磁歪音を低減することができる。

## 【0052】

図7においては、モータ19Aは駆動回路81により駆動され、モータ19Bは駆動回路82により駆動される。この構成ではマイクロコンピュータ80とマイクロコンピュータ90を備え、マイクロコンピュータ80はCPU83、ROM84、RAM85、入力部86、出力部88、タイマーT11、T12より構成される。ROM84は制御プログラムを記憶するメモリであり、RAM85はプログラム実行時に一時的に使用するメモリである。入力部86は操舵トルク信号Tと車速信号Vを入力し、出力部88は駆動回路81を介してモータ19Aを駆動するためのPWM制御のためのパルスを出力する。タイマーT11は駆動回路81のPWM制御をするための周期を決めるためのタイム計測用のカウンタであり、タイマーT12は駆動回路81のPWM制御をするためのパルス幅を決めるためのタイム計測用のカウンタである。

## 【0053】

マイクロコンピュータ90はCPU93、ROM94、RAM95、入力部96、出力部98、タイマーT13、T14より構成される。ROM94は制御プログラムを記憶するメモリであり、RAM95はプログラム実行時に一時的に使用するメモリである。入力部96は操舵トルク信号Tと車速信号Vを入力し、出力部98は駆動回路82を介してモータ19Bを駆動するためのPWM制御のためのパルスを出力する。タイマーT13は駆動回路82のPWM制御をするための周期を決めるためのタイム計測用のカウンタであり、タイマーT14は駆動回

路 8 2 の P W M 制御をするためのパルス幅を決めるためのタイム計測用のカウンタである。

【 0 0 5 4 】

図 7 に示す P W M 制御のパルスの周期を決めるタイマー T 1 1 とタイマー T 1 3 の設定は同一の値ではなく、互いに異なるように設定する。例えば、タイマー T 1 1 は P W M 周波数が 1 8 K H z になるように設定し、タイマー T 1 3 は P W M 周波数が 2 0 k H z になるように設定する。

【 0 0 5 5 】

具体的には、P W M 制御信号の制御周波数を同一にしないことで、P W M スイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように設定されればよい。

【 0 0 5 6 】

タイマー T 1 1 とタイマー T 1 3 を予め上記のように設定しておく、図 8 の ( 1 b ) , ( 2 b ) に示す信号 7 6 b , 7 7 b と同様の信号が生じる。従って、タイマー T 1 2 とタイマー T 1 4 の設定がなされパルス幅が決定し、2 つの駆動回路のスイッチング素子が作動するとき、駆動回路 8 1 でのスイッチングノイズとモータ 1 9 A での磁歪音、駆動回路 8 2 でのスイッチングノイズとモータ 1 9 B での磁歪音が生じる。P W M 制御の周波数、すなわち、タイマー T 1 1 とタイマー T 1 3 に関して前述した関係を与えたため、信号 7 6 の波形と信号 7 7 の波形のように、スイッチングのタイミングが同一タイミングとなっていない。このため、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。この結果、スイッチングノイズと磁歪音を低減することができる。

【 0 0 5 7 】

次に、前述の図 4 および図 5 と、図 6 および図 7 を参照して第 2 の実施形態の特徴的構成を説明する。まず、ブラシレスモータの場合を説明する。図 6 は、E C U が 1 つで駆動回路が 2 つの場合での制御装置のマイクロコンピュータの構成を示し、図 7 は、E C U が 2 つで駆動回路が 2 つの場合の制御装置のマイクロコンピュータの構成を示す。第 2 の実施形態では、マイクロコンピュータの構成は第 1 の実施形態と同様である。

## 【0058】

図6に示すPWM制御のパルスの周期を決めるタイマーT1とタイマーT3の設定は同一の値にし、タイマーT1あるいはタイマーT3にオフセットを与えて設定する。例えば、タイマーT1は基準三角波の周波数が20KHzになるように設定し、タイマーT3は基準三角波の周波数が20kHzになるように設定し、タイマーT3にオフセットを与える。

## 【0059】

具体的には、基準三角波の周波数を同一にし位相を変えることで、スイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように設定されればよい。

## 【0060】

タイマーT1とタイマーT3を予め上記のように設定しておく、図9の(1a)、(2a)に示す基準三角波100a、101aが生じる。図9の(1a)、(2a)において、横軸は時間を示し、縦軸は電圧を示す。それらの基準三角波100a、101aと電圧指令である正弦波データをコンパレータで比較することにより、スイッチング信号が作り出される。それらのスイッチング信号により2つの駆動回路のスイッチング素子が作動するとき、駆動回路71でのスイッチングノイズとモータ19Aでの磁歪音、駆動回路72でのスイッチングノイズとモータ19Bでの磁歪音が生じる。基準三角波の周波数、すなわち、タイマーT1とタイマーT3に関して前述した関係を与えたため、基準三角波100aの波形と基準三角波101aの波形がずれているので、スイッチングのタイミングが同一タイミングとなっていない。このため、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。この結果、スイッチングノイズと磁歪音を低減することができる。

## 【0061】

図7において、マイクロコンピュータ80とマイクロコンピュータ90で同期をとり、PWM制御のパルスを形成するための基準三角波の周期を決めるタイマーT11とタイマーT13の設定は同一の値にし、タイマーT11あるいはタイマーT13にオフセットを与えて設定する。例えば、タイマーT11は基準三角波の周波数が20KHzになるように設定し、タイマーT13は基準三角波の周

波数が20kHzになるように設定し、タイマーT13にオフセットを与える。

#### 【0062】

具体的には、基準三角波の周波数を同一にし位相を変えることで、スイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように設定されればよい。

#### 【0063】

タイマーT11とタイマーT13を予め上記のように設定しておく、図9の(1a)、(2a)に示す基準三角波100a、101aと同様の基準三角波が生じる。それらの基準三角波100a、101aと電圧指令である正弦波データをコンパレータで比較することにより、スイッチング信号が作り出される。それらのスイッチング信号により2つの駆動回路のスイッチング素子が作動するとき、駆動回路81でのスイッチングノイズとモータ19Aでの磁歪音、駆動回路82でのスイッチングノイズとモータ19Bでの磁歪音が生じる。基準三角波の周波数、すなわち、タイマーT11とタイマーT13に関して前述した関係を与えたため、基準三角波100aの波形と基準三角波101aの波形がずれているので、スイッチングのタイミングが同一タイミングとなっていない。このため、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。この結果、スイッチングノイズと磁歪音を低減することができる。

#### 【0064】

次にモータ19A、19Bがブラシ付きモータであり、制御装置がブラシ付きモータ用のものである場合について説明する。この場合、制御装置内の駆動回路やマイクロコンピュータ等は、ブラシ付きモータ用であるが、その構成は類似したものであるのでブラシレスモータの場合で用いた図6と図7を用いて説明する。

#### 【0065】

図6に示すPWM制御のパルスの周期を決めるタイマーT1とタイマーT3の設定は同一の値にし、タイマーT1あるいはタイマーT3にオフセットを与えて設定する。例えば、タイマーT1はPWM周波数が20kHzになるように設定し、タイマーT2はPWM周波数が20kHzになるように設定し、タイマーT2にオフセットを与える。

【0066】

具体的には、PWM制御信号の周波数を同一にし位相を変えることで、PWMスイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように設定されればよい。

【0067】

タイマーT1とタイマーT3を予め上記のように設定しておく、図9の(1b), (2b)に示す信号100b, 101bが生じる。図9の(1b), (2b)において、横軸は時間を示し、縦軸は電圧を示す。従って、タイマーT2とタイマーT4の設定がなされパルス幅が決定し、2つの駆動回路のスイッチング素子が作動するとき、駆動回路71でのスイッチングノイズとモータ19Aでの磁歪音、駆動回路72でのスイッチングノイズとモータ19Bでの磁歪音が生じる。PWM制御の周波数、すなわち、タイマーT1とタイマーT3に関して前述した関係を与えたため、信号100bの波形と信号101bの波形のように、スイッチングのタイミングが同一タイミングとなっていない。このため、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。この結果、スイッチングノイズと磁歪音を低減することができる。

【0068】

図7において、マイクロコンピュータ80とマイクロコンピュータ90で同期を取り、PWM制御のパルスの周期を決めるタイマーT11とタイマーT13の設定は同一の値にし、タイマーT11あるいはタイマーT13にオフセットを与えて設定する。例えば、タイマーT11はPWM周波数が20KHzになるように設定し、タイマーT13はPWM周波数が20kHzになるように設定し、タイマーT13にオフセットを与える。

【0069】

具体的には、PWM制御信号の制御周波数を同一にし位相を変えることで、PWMスイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように設定されればよい。

【0070】

タイマーT11とタイマーT13を予め上記のように設定しておく、図9の

(1b), (2b) に示す信号100b, 101bと同様の信号が生じる。従って、タイマーT12とタイマーT14の設定がなされパルス幅が決定し、2つの駆動回路のスイッチング素子が作動するとき、駆動回路81でのスイッチングノイズとモータ19Aでの磁歪音、駆動回路82でのスイッチングノイズとモータ19Bでの磁歪音が生じる。PWM制御の周波数、すなわち、タイマーT11とタイマーT13に関して前述した関係を与えたため、信号100bの波形と信号101bの波形のように、スイッチングのタイミングが同一タイミングとなっていない。このため、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え散らせることができる。この結果、スイッチングノイズと磁歪音を低減することができる。

## 【0071】

次に、冗長系を有する操舵装置での制御装置(ECU)22の具体的構成について、図10を参照して本発明の第3実施形態を説明する。

## 【0072】

操舵トルク検出部20の検出信号出力端子は両側端子20a, 20bと中央端子20cを有する。両側端子20a, 20bと中央端子20cの各端子は2つずつ設けられている。操舵トルク検出部20の両側端子20a, 20bと中央端子20cと制御装置22との間には2経路の電気接続部141a, 141bが設けられる。この電機接続部はハーネスやコイル接続部を含む部分である。制御装置22の入力側には、電気接続部141a, 141bに対応してトルク信号入力部142a, 142bが設けられている。

## 【0073】

制御装置22の内部には3つのCPU(1~3)143a, 143b, 143cが備えられる。これらのCPUには、それぞれ2つのタイマーT100a, T101aとT100b, T101bとT100c, T101cが設けられている。上記の2つのトルク信号入力部142a, 142bのそれぞれは3つの出力端子を有し、2つのトルク信号入力部142a, 142bの間で対応する出力端子は同じ信号(SG11, SG12, SG13)を出力する。3つのCPU143a~143cのそれぞれには、2つのトルク信号入力部142a, 142bのそ

れぞれから同じ信号が2経路で入力される。また3つのCPU143a~143cは任意の組合せで2つつ結線されており、3つのCPUで多数決が行えるように構成されている。従って、例えば操舵トルク検出部20からの電機接続部141a, 141b等で故障が生じた場合には多数決の判断手法で当該故障に対する判定を行うように構成されている。また上記のCPU143a~143cによって前述した各種の機能要素がソフト的に実現されている。目標電流決定部は好ましくは2つ形成され、2つの目標電流決定部で上記の2経路からの操舵トルク信号のそれぞれが入力され、各目標電流決定部が目標電流を決定するようになっている。

## 【0074】

制御装置22の後段側には、2つのモータドライブ（駆動）回路（1, 2）144a, 144bと、2つの昇圧回路（1, 2）145a, 145bと、2つのF/Sリレー（1, 2）146a, 146bと、2つのパワーリレー（1, 2）147a, 147bが設けられている。これらの2つの要素は同一の構成および作用を有している。モータドライブ回路144aはCPU143aに対応して両者の間には禁止回路（1）148aが接続され、モータドライブ回路144bはCPU143cに対応して両者の間には禁止回路（3）148cが接続される。これにより、モータ19の駆動制御について、制御装置22内で、CPU143aと禁止回路148aとモータドライブ回路144aによって第1のモータ駆動回路部（第1経路）が作られ、CPU143cと禁止回路148bとモータドライブ回路144bによって第2のモータ駆動回路部（第2経路）が作られる。

## 【0075】

CPU143bから出力される信号は禁止回路（2）148cに与えられ、さらに禁止回路148cの出力信号は上記禁止回路148cに与えられる。またCPU143aから出力される信号によって禁止回路148bに与えられる。

## 【0076】

モータ（M）19はブラシ付きモータである。このモータ19では、一對のブラシが2組（149a, 149b）設けられている。上記の第1のモータ駆動回路部（第1経路）のモータドライブ回路144aから出力されるモータ電流 $I_M$



1 はブラシ 149 a を通してモータ 19 に供給される。上記の第 2 のモータ駆動回路部（第 2 経路）のモータドライブ回路 144 b から出力されるモータ電流  $I_{M2}$  はブラシ 149 b を通してモータ 19 に供給される。従って、第 1 と第 2 のモータ駆動回路に応じて、ブラシ付きモータ 10 においても 2 組のブラシ対が設けられる。また上記モータ電流  $I_{M1}$ 、 $I_{M2}$  のそれぞれを供給できるように、モータハーネス等の電気接続部は 2 経路で形成されている。

## 【0077】

バッテリー 150 は制御装置 22 に電力を供給するものである。バッテリー 150 からの給電経路は 2 つの経路 151 a、151 b が形成される。第 1 の給電経路 151 a では、第 1 の通電路としてはパワーリレー 147 a および昇圧回路 145 a を経由して、第 2 の通電路としては直接に、第 3 の通電路としてはパワーリレー 147 a を経由して、それぞれ、モータドライブ回路 144 a に電力が供給される。また第 2 の給電経路 151 b でも同様に、第 1 の通電路としてはパワーリレー 147 b および昇圧回路 145 b を経由して、第 2 の通電路としては直接に、第 3 の通電路としてはパワーリレー 147 b を経由して、それぞれ、モータドライブ回路 144 b に電力が供給される。

## 【0078】

モータドライブ回路 144 a から出力されたモータ電流  $I_{M1}$  は電流センサ 152 a で検出され、CPU 143 a ~ 143 c のそれぞれにフィードバックされる。またモータドライブ回路 144 b から出力されたモータ電流  $I_{M2}$  は電流センサ 152 b で検出され、CPU 143 a ~ 143 c のそれぞれにフィードバックされる。

## 【0079】

上記の第 3 実施形態に係る制御装置 22 の構成では、操舵トルク検出部 20 から制御装置 22 への電気接続部、モータドライブ回路 144 a、144 b を含むモータ駆動回路部、バッテリー 150 からモータドライブ回路 144 a、144 b への電力供給路、モータ 19 のブラシ対（149 a、149 b）のそれぞれを並列的な接続関係に基づいて 2 経路（二重）にしたため、いずれかの箇所で故障が起きたとしても残りの経路で電動パワーステアリング装置を作動させることがで

き、冗長系を備えることにより電動パワーステアリング装置のシステムダウンを防ぐことができる。

## 【0080】

通常、並列に接続関係で設けられた2経路のモータドライブ回路144a, 144bはいずれか一方を動作状態にモータ駆動制御を行い、故障が生じたときに他方のモータドライブ回路を動作させるようにする。また2経路のモータドライブ回路144a, 144bを同時に動作させて両方でモータ駆動制御を行い、一方で故障が生じたときには、残りのモータドライブ回路でモータ駆動制御を行うように構成することもできる。前述した禁止回路148a, 148b, 148cは、制御装置22の内部において、モータ駆動制御に使用する回路系統を選択するための手段である。

## 【0081】

図10において、タイマーT100a, T100b, T100cは駆動回路のPWM制御をするための周期を決めるためのタイム計測用のカウンタであり、タイマーT101a, T101b, T101cは駆動回路のPWM制御をするためのパルス幅を決めるためのタイム計測用のカウンタである。

## 【0082】

図10に示すPWM制御のパルスの周期を決めるタイマーT100a, T100b, T100cの設定はそれぞれ同一の値ではなく、互いに異なるように設定する。例えば、タイマーT100aはPWM周波数が18kHzになるように設定し、タイマーT100bはPWM周波数が20kHzになるように設定し、タイマーT100cはPWM周波数が22kHzになるように設定する。

## 【0083】

具体的には、PWM制御信号の制御周波数を同一にしないことで、PWMスイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように設定されればよい。

## 【0084】

タイマーT100a, T100b, T100cを予め上記のように設定しておく、図11の(1), (2), (3)に示す信号200a, 200b, 200

cが生じる。図11の(1), (2), (3)において、横軸は時間を示し、縦軸は電圧を示す。従って、タイマーT101a, T101b, T101cの設定がなされパルス幅が決定し、2つの駆動回路のスイッチング素子が作動するとき、駆動回路144aでのスイッチングノイズとモータでの磁歪音、駆動回路144bでのスイッチングノイズとモータでの磁歪音が生じる。PWM制御の周波数、すなわち、タイマーT100a, T100b, T100cに関して前述した関係を与えたため、信号200aの波形と信号200bの波形と信号200cのように、スイッチングのタイミングが同一タイミングとなっていない。このため、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。この結果、スイッチングノイズと磁歪音を低減することができる。

## 【0085】

また、図10に示すPWM制御のパルスの周期を決めるタイマーT100a, T100b, T100cの設定は同一の値にし、タイマーT100bとタイマーT100cに異なる値のオフセットを与えて設定する。例えば、タイマーT100aはPWM周波数が20KHzになるように設定し、タイマーT100bはPWM周波数が20kHzになるように設定し、タイマーT100bにオフセットを与える。また、タイマーT100cはPWM周波数が20kHzになるように設定し、タイマーT100cにタイマーT100bとは異なるオフセットを与える。

## 【0086】

具体的には、PWM制御信号の周波数を同一にし位相を変えることで、PWMスイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように設定されればよい。

## 【0087】

タイマーT100a, T100b, T100cを予め上記のように設定しておく、図12の(1), (2), (3)に示す信号300a, 300b, 300cが生じる。図12の(1), (2), (3)において、横軸は時間を示し、縦軸は電圧を示す。従って、タイマーT101a, 101b, 101cの設定がなされパルス幅が決定し、2つの駆動回路のスイッチング素子が作動するとき、駆

動回路でのスイッチングノイズとモータでの磁歪音、駆動回路でのスイッチングノイズとモータでの磁歪音が生じる。PWM制御の周波数、すなわち、タイマー T 1 0 0 a, T 1 0 0 b, T 1 0 0 c に関して前述した関係を与えたため、信号 3 0 0 a の波形と信号 3 0 0 b の波形と信号 3 0 0 c の波形のように、スイッチングのタイミングが同一タイミングとなっていない。このため、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。この結果、スイッチングノイズと磁歪音を低減することができる。

## 【 0 0 8 8 】

次に図 1 3 を参照して、本発明の第 4 実施形態に係る制御装置 2 2 の具体的構成を説明する。図 1 3 において、図 1 0 で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。そこで図示されたブラシレスモータ 1 9 はステータコイルとして 2 つの三相用の巻線 ( 1 9 x - 1, 1 9 y - 1, 1 9 z - 1 ), ( 1 9 x - 2, 1 9 y - 2, 1 9 z - 2 ) を備えている。第 1 経路のモータドライブ回路 1 4 4 a から出力される三相のモータ電流は巻線 1 9 x - 1, 1 9 y - 1, 1 9 z - 1 に供給され、他方、第 2 経路のモータドライブ回路 1 4 4 b から出力される三相のモータ電流は巻線 1 9 x - 2, 1 9 y - 2, 1 9 z - 2 に供給される。2 つのモータドライブ回路 1 4 4 a, 1 4 4 b のそれぞれからブラシレスモータ 1 9 へのモータ電流の供給は同時に行われる。

## 【 0 0 8 9 】

上記のブラシレスモータ 1 9 に対して、制御装置 2 2 におけるモータドライブ回路 1 4 4 a, 1 4 4 b は三相交流発生用の回路として構成されている。従ってモータドライブ回路 1 4 4 a, 1 4 4 b は三相交流出力用の 3 つの出力端子を有する。第 1 のモータ駆動回路部 ( 第 1 経路 ) であるモータドライブ回路 1 4 4 a の 3 つの出力端子の任意の 2 つの組合せに基づき、ブラシレスモータ 1 9 における巻線 ( 1 9 x - 1, 1 9 y - 1 ), ( 1 9 y - 1, 1 9 z - 1 ), ( 1 9 z - 1, 1 9 x - 1 ) と巻線 ( 1 9 x - 2, 1 9 y - 2 ), ( 1 9 y - 2, 1 9 z - 2 ), ( 1 9 z - 2, 1 9 x - 2 ) の通電ルートにモータ電流が供給される。同様に第 2 のモータ駆動回路部 ( 第 2 経路 ) であるモータドライブ回路 4 4 b の 3 つの出力端子の任意の 2 つの組合せに基づき、ブラシレスモータ 1 9 にお

る巻線(19x-1, 19y-1), (19y-1, 19z-1), (19z-1, 19x-1)と巻線(19x-2, 19y-2), (19y-2, 19z-2), (19z-2, 19x-2)の通電ルートにモータ電流が供給される。モータドライブ回路144aとモータドライブ回路144bの各動作の選択については、第3実施形態で説明した通り、適宜に設定される。

## 【0090】

上記のブラシレスモータ19および三相交流出力用のモータドライブ回路144a, 144bの変更に応じて、モータ電流を検出する電流センサ(52a-1~52a-3, 52b-1~52b-3)およびF/Sリレー(46a-1~46a-3, 46b-1~46b-3)も3つずつ設けられることになる。

## 【0091】

上記の第4実施形態に係る制御装置22の構成では、アシストモータがブラシレスモータ19である場合において、操舵トルク検出部20から制御装置22への電気接続部、三相のモータ電流出力用のモータドライブ回路144a, 144bを含むモータ駆動回路部、バッテリー150からモータドライブ回路144a, 144bへの電力供給路のそれぞれを並列的な接続関係に基づいて2経路(二重)にしたため、いずれかの箇所で故障が起きたとしても残りの経路で電動パワーステアリング装置を作動させることができ、冗長系を備えることにより電動パワーステアリング装置のシステムダウンを防ぐことができる。

## 【0092】

図13に示すPWM制御のパルスを形成するための基準三角波の周期を決めるタイマーT100a, T100b, T100cの設定はそれぞれ同一の値ではなく、互いに異なるように設定する。例えば、タイマーT100aは基準三角波の周波数が18kHzになるように設定し、タイマーT100bは基準三角波の周波数が20kHzになるように設定し、タイマーT100cは基準三角波の周波数が22kHzになるように設定する。

## 【0093】

具体的には、基準三角波の周波数を同一にしないことで、スイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように設定されればよい。

## 【0094】

タイマーT100a, T100b, T100cを予め上記のように設定しておくと、図14の(1), (2), (3)に示す基準三角波400a, 400b, 400cが生じる。それらの基準三角波400a, 400b, 400cと電圧指令である正弦波データをコンパレータで比較することによりスイッチング信号が作り出される。それらのスイッチング信号により2つの駆動回路のスイッチング素子が作動するとき、駆動回路144aでのスイッチングノイズとモータでの磁歪音、駆動回路144bでのスイッチングノイズとモータでの磁歪音が生じる。基準三角波の周波数、すなわち、タイマーT100a, T100b, T100cに関して前述した関係を与えたため、基準三角波400aの波形と基準三角波400bの波形と基準三角波400cのように、スイッチングのタイミングが同一タイミングとなっていない。このため、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。この結果、スイッチングノイズと磁歪音を低減することができる。

## 【0095】

また、図13に示すPWM制御のパルスを形成するための基準三角波の周期を決めるタイマーT100a, T100b, T100cの設定は同一の値にし、タイマーT100bとタイマーT100cに異なる値のオフセットを与えて設定する。例えば、タイマーT100aは基準三角波の周波数が20KHzになるように設定し、タイマーT100bは基準三角波の周波数が20kHzになるように設定し、タイマーT100bにオフセットを与える。また、タイマーT100cは基準三角波の周波数が20kHzになるように設定し、タイマーT100cにタイマーT100bとは異なるオフセットを与える。

## 【0096】

具体的には、基準三角波の周波数を同一にし位相を変えることで、スイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように設定されればよい。

## 【0097】

タイマーT100a, T100b, T100cを予め上記のように設定しておくと、設定されたデータによって決められた周期の三角波を発生させることがで

き、図 1 5 の ( 1 ) , ( 2 ) , ( 3 ) に示す基準三角波 5 0 0 a , 5 0 0 b , 5 0 0 c と同様の信号が生じる。それらの基準三角波 5 0 0 a , 5 0 0 b , 5 0 0 c と電圧指令である正弦波データをコンパレータで比較することによりスイッチング信号が作り出される。それらのスイッチング信号により 2 つの駆動回路のスイッチング素子が作動するとき、駆動回路でのスイッチングノイズとモータでの磁歪音、駆動回路でのスイッチングノイズとモータでの磁歪音が生じる。基準三角波の周波数、すなわち、タイマー T 1 0 0 a , T 1 0 0 b , T 1 0 0 c に関して前述した関係を与えたため、基準三角波 5 0 0 a の波形と基準三角波 5 0 0 b の波形と基準三角波 5 0 0 c の波形がずれているので、スイッチングのタイミングが同一タイミングとなっていない。このため、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。この結果、スイッチングノイズと磁歪音を低減することができる。

【 0 0 9 8 】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなように本発明によれば、操舵輪を操舵する方向に力を発生させる少なくとも 1 つのモータを有する操舵装置において、操舵装置はモータを PWM 制御する 2 つの駆動回路を有しており、駆動回路中のスイッチング素子をスイッチングする制御周波数を 2 つの駆動回路で互いに異ならせるため、2 つの駆動回路におけるスイッチング素子のスイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように工夫してあるので、これにより、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。

【 0 0 9 9 】

また、操舵装置はモータを PWM 制御する 2 つの駆動回路を有しており、駆動回路中のスイッチング素子をスイッチングするパルス信号の位相を前記 2 つの駆動回路で互いに異ならせるため、2 つの駆動回路におけるスイッチング素子のスイッチングタイミングが同一タイミングでスイッチしないように工夫してあるので、これにより、スイッチングにより発生するノイズレベルのピークを抑え分散させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る 2 モータ形式の電動パワーステアリング装置の基本的構成（2 モータのうち 1 つだけを示す）を模式的に示した構成図である。

【図 2】

図 1 中に示したギヤボックスの内部構造を示す縦断面図である。

【図 3】

図 2 における A - A 線断面図である。

【図 4】

2 つのモータおよびギヤボックスを備えたラック軸の実際の装置の外観レイアウトを示す外観斜視図である。

【図 5】

2 つのモータおよびギヤボックスを備えたラック軸の実際の装置の外観レイアウトを示す外観斜視図である。

【図 6】

マイクロコンピュータのブロック構成図である。

【図 7】

マイクロコンピュータのブロック構成図である。

【図 8】

基準三角波と PWM 信号を示す図である。

【図 9】

基準三角波と PWM 信号を示す図である。

【図 1 0】

操舵装置の制御装置を示す構成図である。

【図 1 1】

基準三角波と PWM 信号を示す図である。

【図 1 2】

基準三角波と PWM 信号を示す図である。

【図 1 3】

操舵装置の制御装置を示す構成図である。



【図 1 4】

基準三角波を示す図である。

【図 1 5】

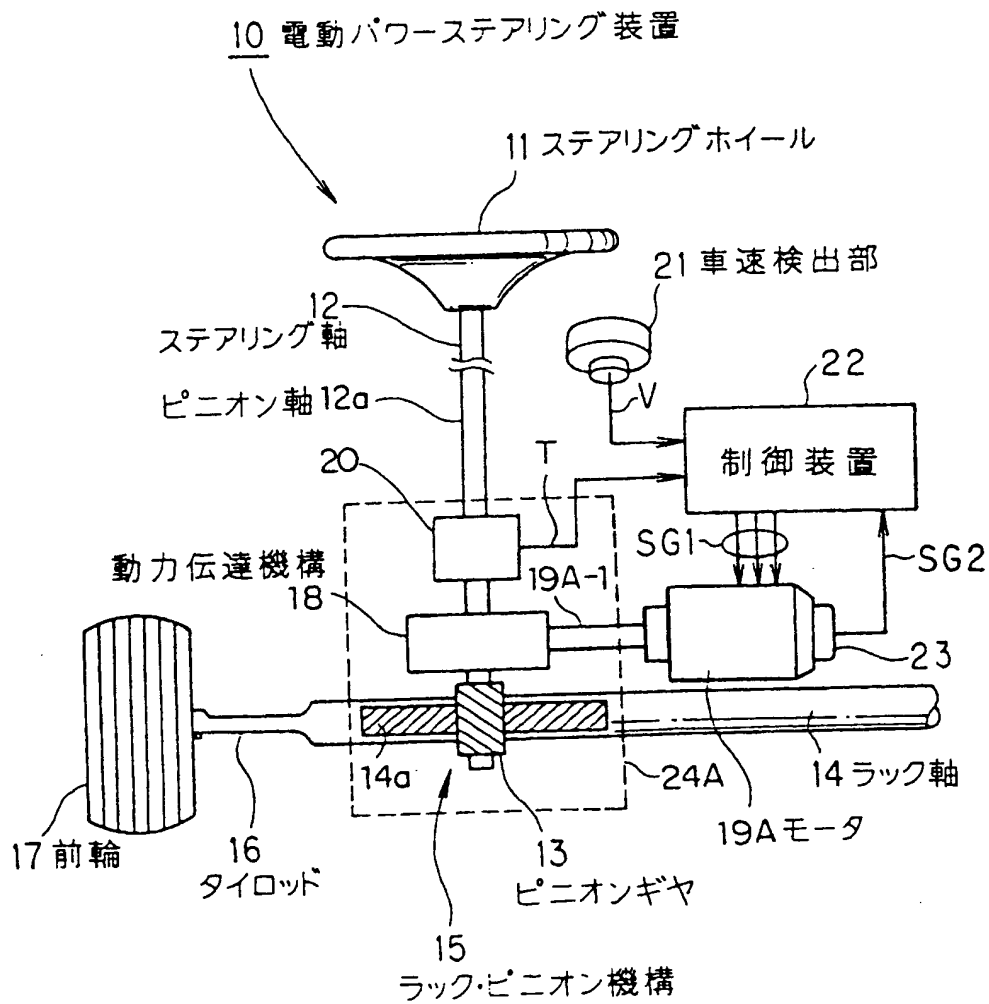
基準三角波を示す図である。

【符号の説明】

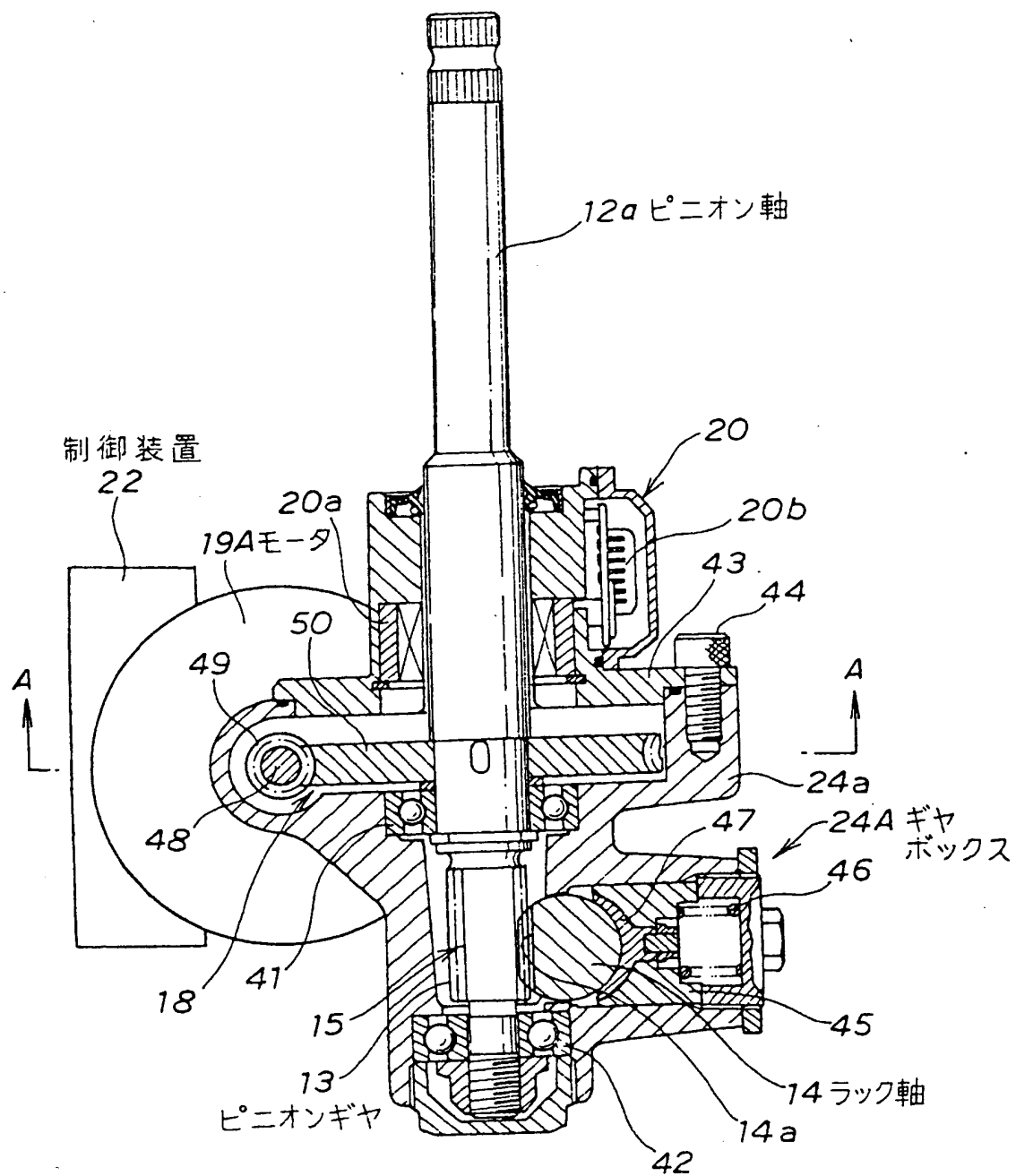
1 0	電動パワーステアリング装置
1 1	ステアリングホイール
1 2	ステアリング軸
1 2 a	ピニオン軸
1 3	ピニオンギヤ
1 4	ラック軸
1 4 a, 1 4 b	ラックギヤ
1 5	ラック・ピニオン機構
1 9 A, 1 9 B	モータ
2 2	制御装置
2 4 A, 2 4 B	ギヤボックス
1 1 3	ピニオンギヤ

【書類名】 図面

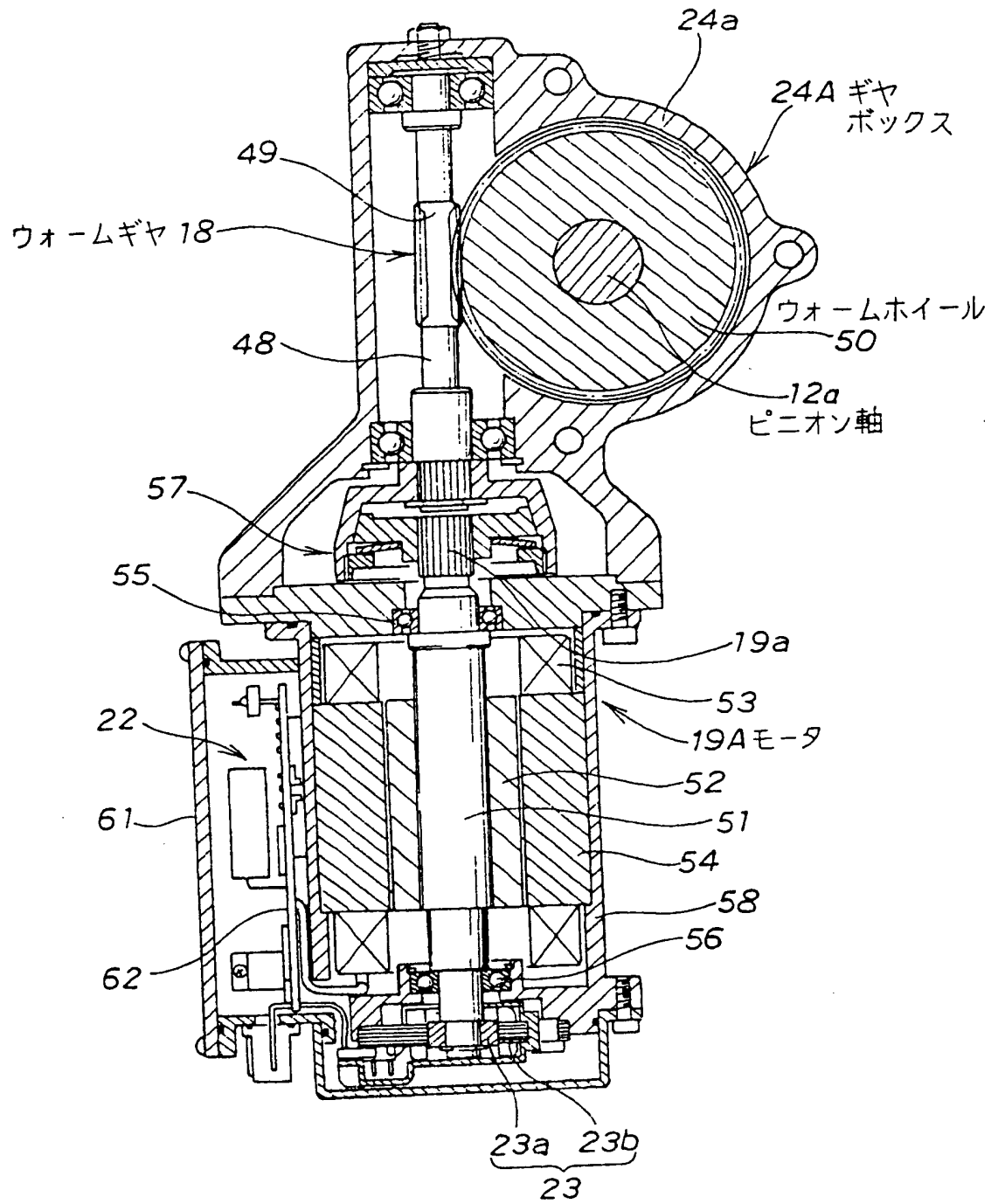
【図 1】



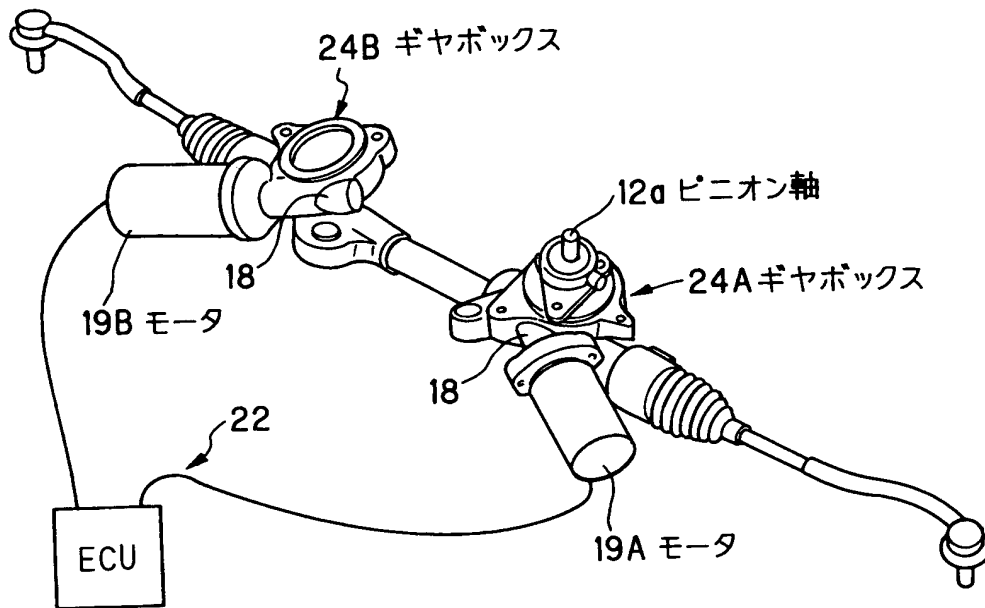
【図2】



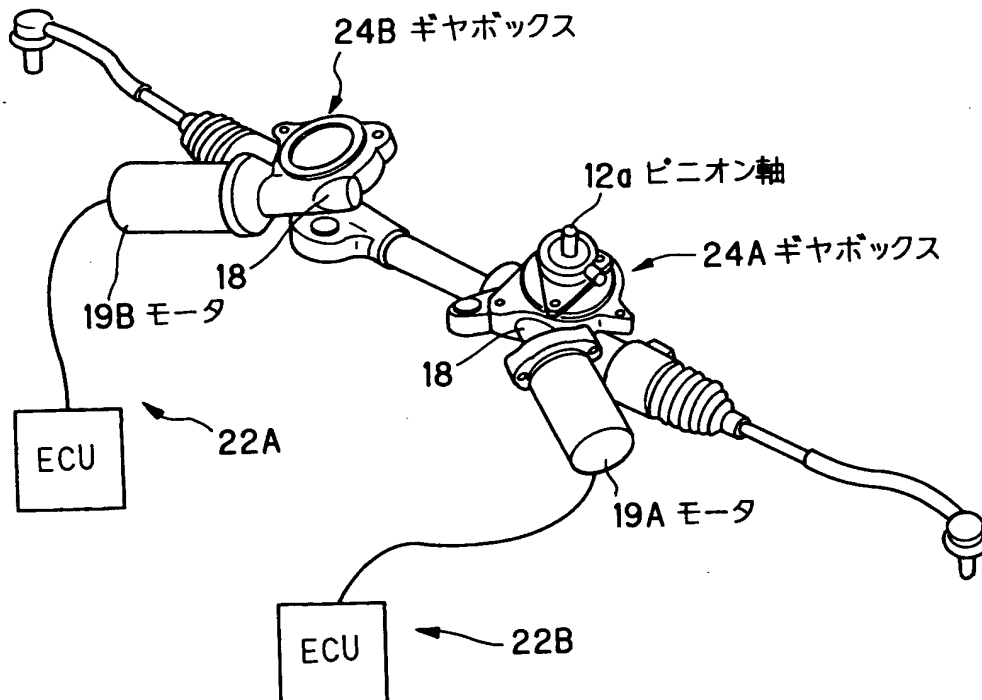
【図3】



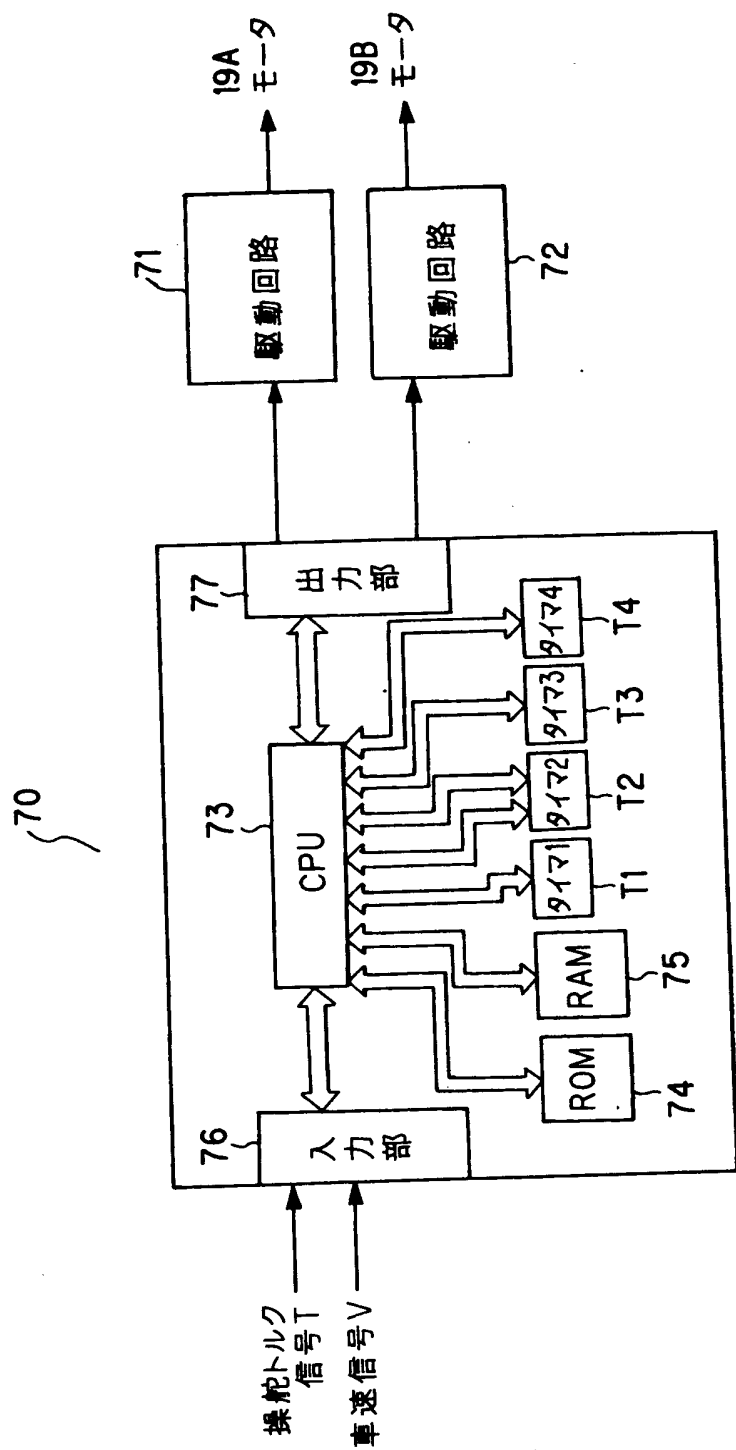
【図 4】



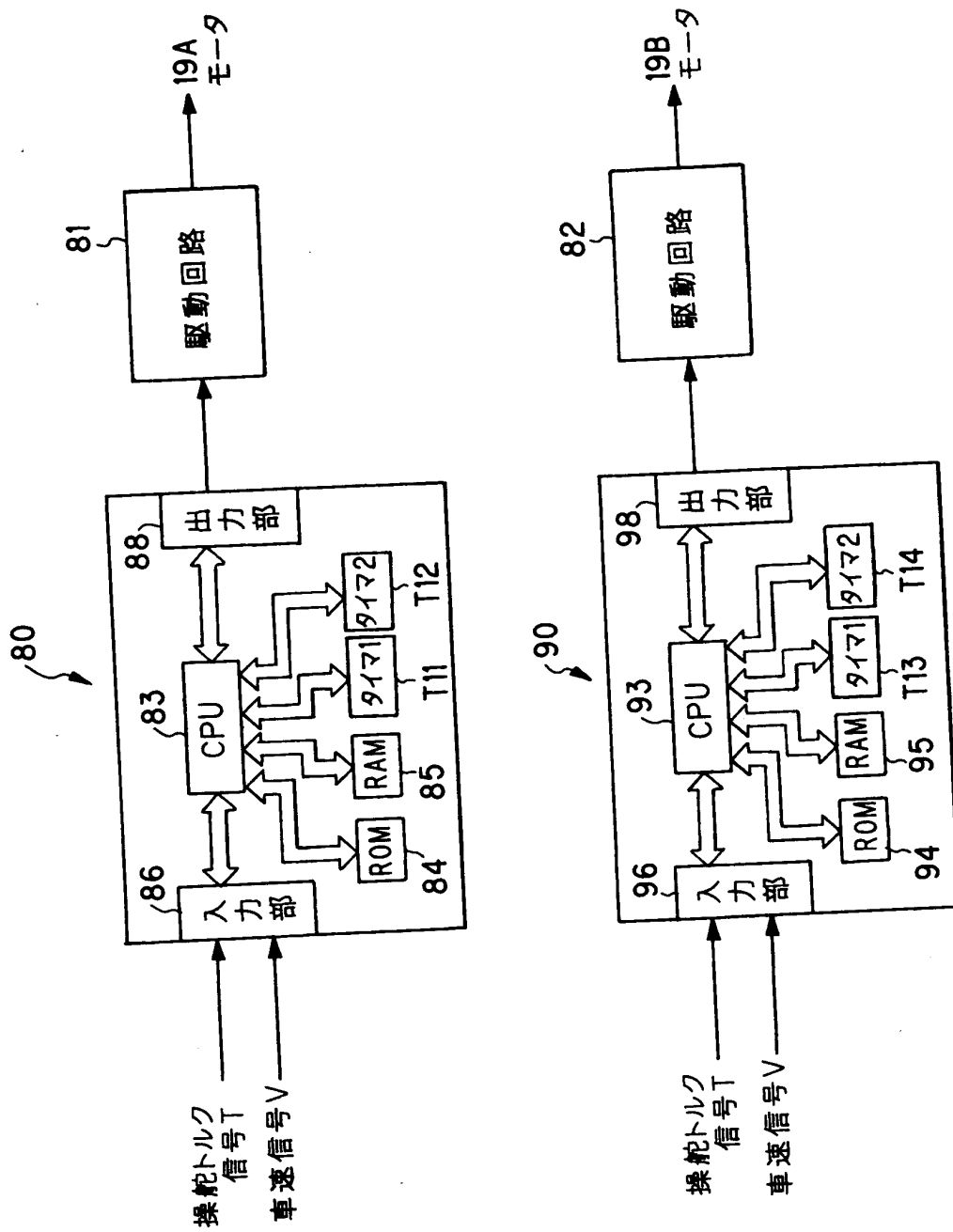
【図 5】



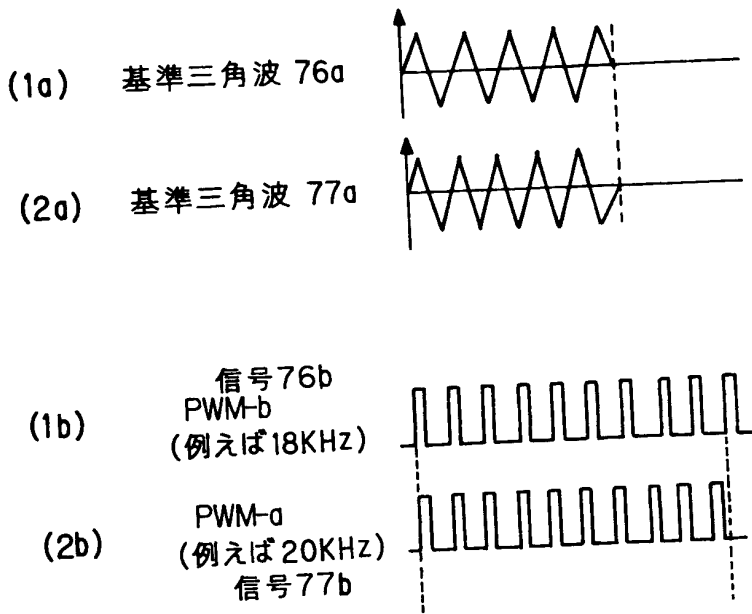
【図6】



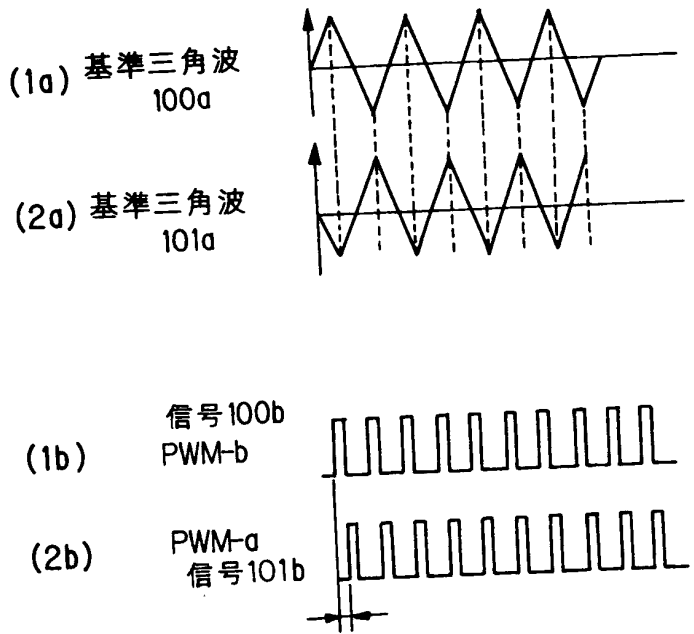
【図7】



【図 8】

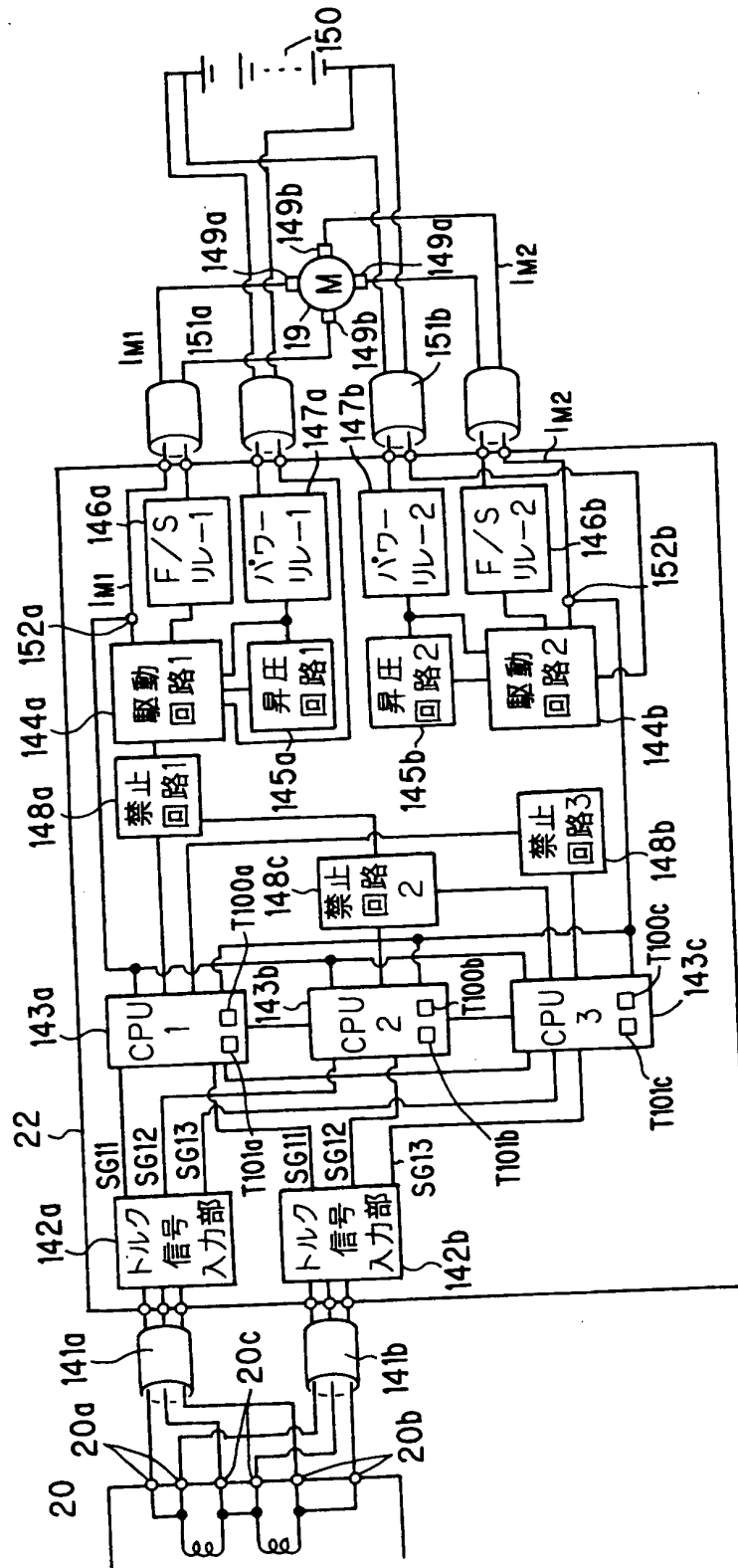


【図 9】

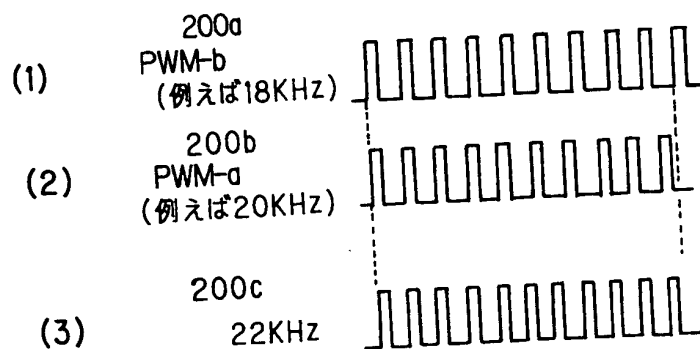




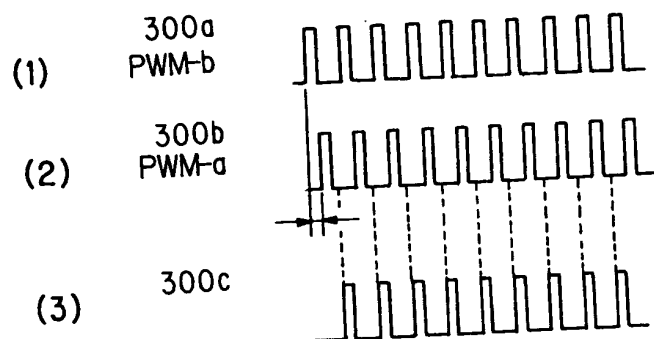
【図10】



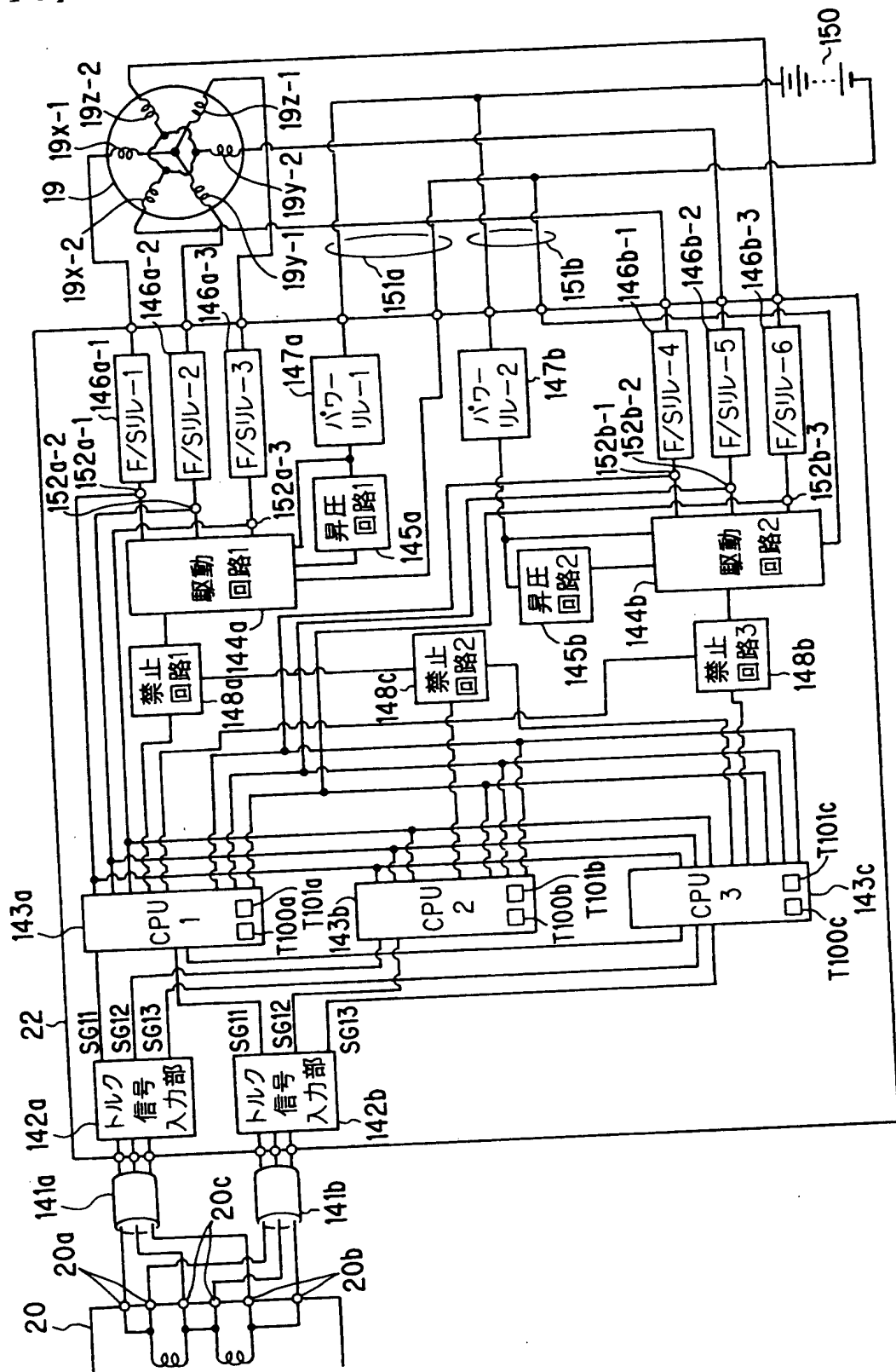
【図 1 1】



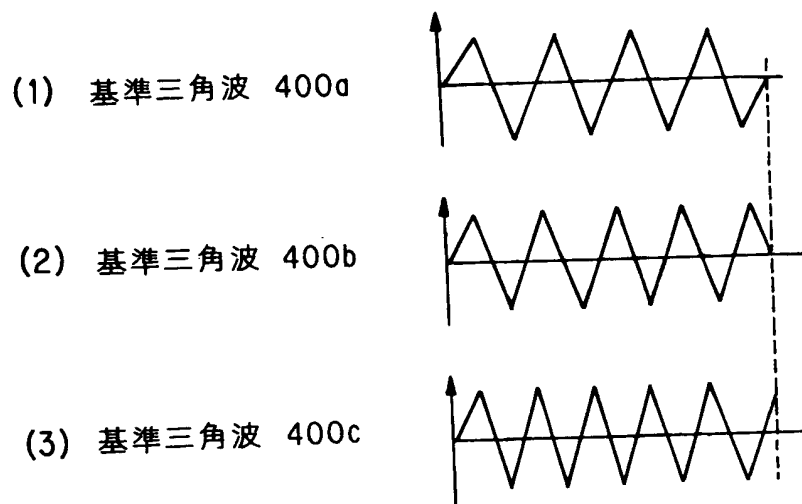
【図 1 2】



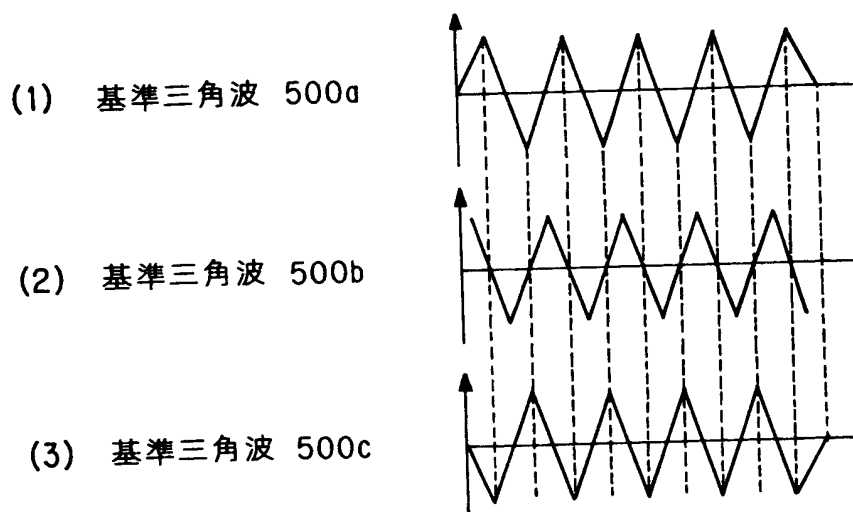
【図13】



【図 1 4】



【図 1 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2つの駆動回路を備えて成る電動パワーステアリング装置等のごとき操舵装置において、大電流・高速スイッチング化するモータの駆動に対して生じるスイッチングノイズおよび磁歪音を低減する操舵装置を提供する。

【解決手段】 操舵輪を操舵する方向に力を発生させる少なくとも1つのモータを有する操舵装置において、操舵装置はモータをPWM制御する2つの駆動回路を有しており、駆動回路中のスイッチング素子をスイッチングする制御周波数を2つの駆動回路で互いに異ならせる。

【選択図】 図4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005326]

1. 変更年月日	1990年 9月 6日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区南青山二丁目1番1号
氏 名	本田技研工業株式会社